

## 水面変動を考慮した揚水発電貯水池の LES の試み

神戸大学大学院 学生員 ○江田 智行  
 神戸大学大学院 正会員 中山 昭彦

## 1. はじめに

近年、様々な水面の計算法を用いて水面を考慮した開水路流の数値シミュレーションが行われており、ある程度の成果が修められている。しかし、任意の河床形状を対象とするような、汎用性を持った数値シミュレーション法は残念ながら報告されていない。本研究では水面変動を考慮した任意形状の三次元開水路流に適用できる LES 計算プログラムを作成し、また、水面の計算では、既存の計算法はその計算の安定性や水面表現の精度などにおいて困難であると考え、圧力解法時に非定常連続式を解く方法を開発した。これらの解析・計算方法を、揚水発電貯水池である奥吉野発電所旭ダム貯水池を一例として<sup>1)</sup>、大幅な水面変動をともなうであろう揚水発電の放水時での適用を試みた。

## 2. 解析・計算方法

本研究では解析方法として LES 法を用い、SGS モデルには標準 Smagorinsky モデルを用いた。数値計算法は対流項に UTOPIA スキーム、その他空間項は 2 次精度中心差分、時間進行法に 2 次精度 Adams-Bashforth 法、圧力解法は水中にあるセルに対しては HSMAC 法、水面を有するセルに対しては各セルの水の流入量とセル内の水の体積変化量を釣り合わせる非定常方程式を解くことによって、各速度・圧力・水面高さを調整する。計算格子は直交格子でスタッガード格子を用い、格子数は  $171 \times 101 \times 24$  とした。

各境界条件は流入条件が  $U_0=1$  の一様流入条件、流出境界条件は自由流出、壁面境界条件は滑りなし条件、水面境界条件は鉛直方向について垂直方向速度、接線方向速度が共にゼロ、また圧力もゼロと与えている。

## 3. 実河川流の計算

本研究では揚水発電貯水池の 1 例として図 3.1 に示す奈良県奥吉野発電所旭ダム貯水池の直線で囲んだ範囲、西向きを  $x$  方向として 1700m、南向きを  $y$  方向として 1000m、標高 400m を基準底面として鉛直上向きを  $z$  方向として 115m の範囲を取り上げた。地形の境界形状の作成については図 3.1 上の等高線と図 3.2 の実績河床高横断面図により、20m 間隔の点での標高をデータとして与えることにより再現した。

また、初期水面高さを  $x=0$  で基準底面から  $z=70$ m、初期水面勾配を  $x$  方向に下りで 0.0001 とし、初期水面位置を与えた。揚水発電の放水については  $x=1050$ m ~ 1060m、 $y=500$ m、 $z=55$ m ~ 60m の位置で流入速度を 1 とすると、 $y$  方向に 7 の速度を与えた。



図 3.1 奥吉野発電所旭ダム貯水池の地形図

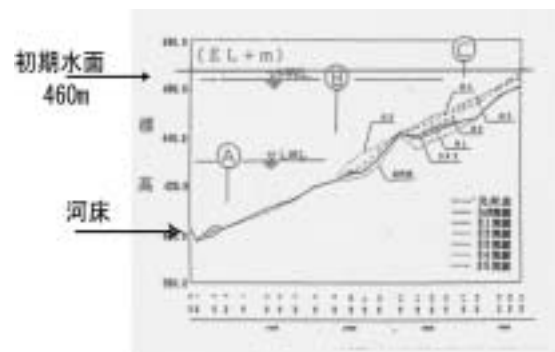


図 3.2 実績河床高横断面図

キーワード LES シミュレーション, 水面変動, 揚水発電貯水池

連絡先 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院自然科学研究科 tel 078-803-1212

#### 4. 計算結果

シミュレーション結果として，図 4.1 に  $t=0.08s$  の水面形を表し，図 4.2 に  $t=0.08s$  の放水口がある水平断面  $z=55m$  の瞬間速度ベクトル図を表している．図 4.1 では水面形を表しており，大きな波のうねりが見え，また取水を行っている点で大きくくぼみができている．

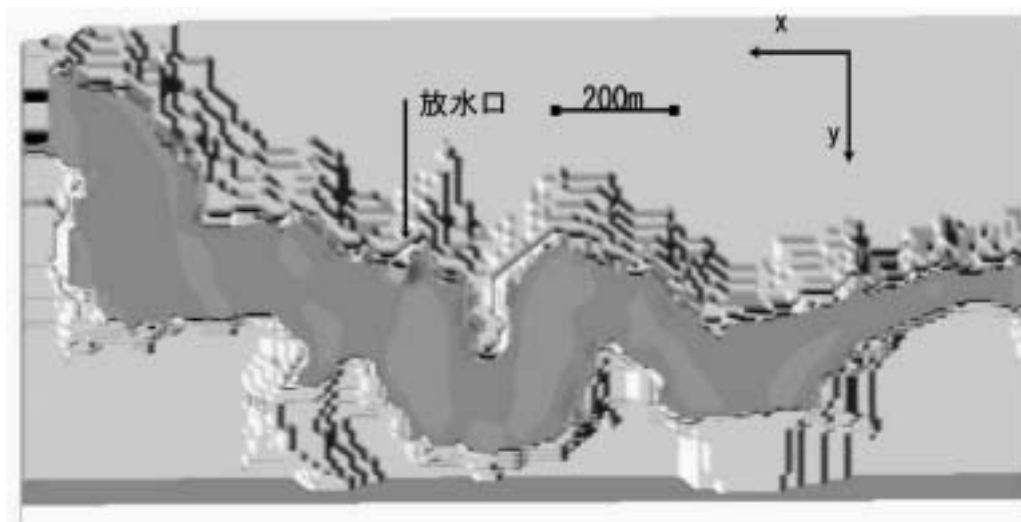


図 4.1  $t=$ の水面形

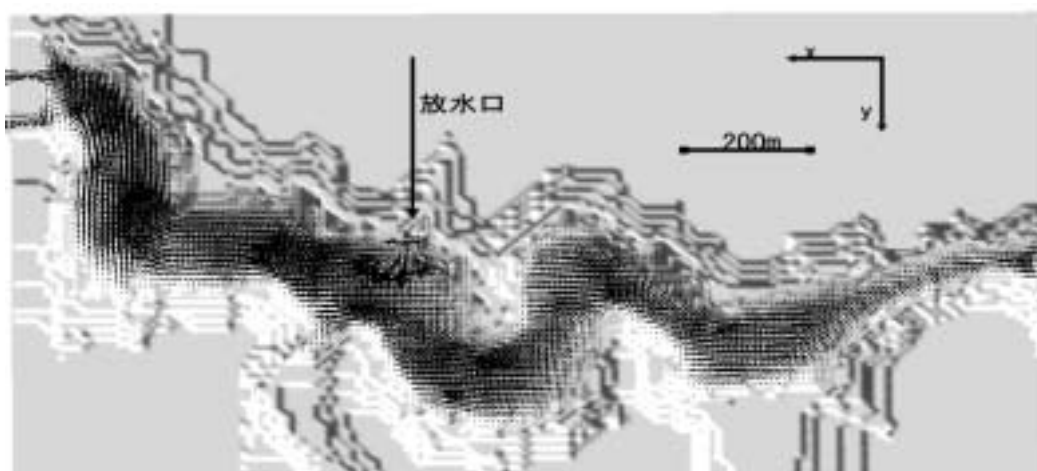


図 4.2  $t=0.08s$  での放水口がある  $z=55m$  の水平断面での瞬間速度ベクトル図

#### 5. 結論

今回は揚水発電，放水時の貯水池の流れの数値シミュレーションを試みた．定常状態まで安定に計算は進めなかったが，計算を不安定にする要因として考えられる事は，まず図 4.1 で示している放水口付近での水面の大きくくぼみがあげられる．これに対しては放水口付近での計算格子幅を狭めることで対処しようと思う．また，本研究が対象とした実河川流のように複雑な壁面や河床を有する場合，水面の条件や計算法のみでなく，壁面境界条件が流れに影響を強く与えているとおもわれる．今後は今回用いた解析・計算方法，計算条件などの適正を実際の流況データと比較，再検討し，同時に様々な流れの解析に対応しうるものとしていたい．

#### 参考文献

- 1) 中川・中山 関西支部年次学術講演会，II-45-2